

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 911 658 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
28.04.1999 Patentblatt 1999/17

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **G02B 6/138**, G02B 6/122,  
G02B 6/43

(21) Anmeldenummer: 98119276.8

(22) Anmeldetag: 13.10.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorität: 22.10.1997 DE 19746508

(71) Anmelder: DaimlerChrysler AG  
70567 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: Moisel, Jörg Dr.  
89073 Ulm (DE)

### (54) Anordnung und Verfahren zur Herstellung von Wellenleiterstrukturen mit optischen Komponenten

(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung und ein Verfahren zur Herstellung von Wellenleiterstrukturen mit optischen Komponenten z.B. Umlenkspiegel auf einem Träger (3), wobei die optischen Komponenten an vorgegebenen Auskoppelstellen auf dem Träger aufgebracht und in eine Wellenleiterstruktur eingebettet sind. Die Wellenleiterstruktur wird nach dem Aufbringen der optischen Komponenten auf dem Träger durch Direkt-schreiben mit einer inkohärenten Lichtquelle hergestellt.

Dazu wird entweder eine flüssige, lichtempfindliche Schicht aus z.B. einem Polymer auf dem Träger aufgebracht und anschließend werden die optischen Komponenten in die flüssige Schicht eingebracht oder die optischen Komponenten werden an vorgegeben Auskoppelstellen direkt auf dem Träger aufgebracht.

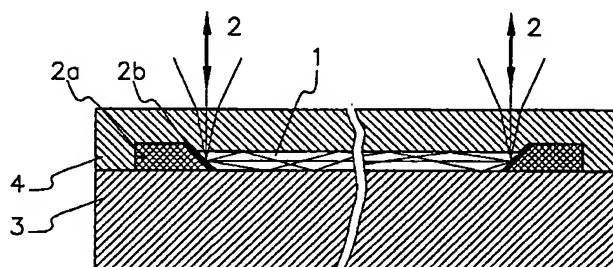


Fig.1

EP 0 911 658 A1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anordnung und ein Verfahren zur Herstellung von Wellenleiterstrukturen nach dem Oberbegriff der Patentansprüche 1 und 11.

[0002] Die Erfindung findet u.a. Verwendung in der optischen Datenverarbeitung, insbesondere in der optischen Nachrichtenübertragung, da für diesen Bereich Wellenleiter benötigt werden, bei denen die Wellen möglichst verlustarm ein- und ausgekoppelt werden.

[0003] Es ist für Monomode-Wellenleiter bekannt, für die Umlenkung von Wellen aus der Wellenleiterebene Spiegelflächen einzusetzen, die durch anisotropes Ätzen in Silizium und anschließendes Verspiegeln der Flächen hergestellt werden. Dazu werden z.B. an den Endflächen der Wellenleiter V-Nuten (J.Moisel et al. Appl.Optics 1997, Vol.36 No.20) oder entsprechende Silizium-Vorformen (R.Wiesmann et al., Proc.Europ.Conf. on Optical Communication, 1996, S. 2265 bis 2268) hergestellt, die verspiegelt werden. Dies hat jedoch den Nachteil, daß die Umlenkrichtung durch die Kristallebenen des Silizium bestimmt werden und deshalb lediglich Umlenkungen von ca. 70° oder weniger möglich sind. Weiterhin ist nachteilig, daß die Verluste bei der Ein- und Auskopplung relativ hoch sind, da die Wellen an der Oberkante der Spiegel vorbeilaufen.

[0004] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung und ein Verfahren zur Herstellung von Wellenleiterstrukturen mit optischen Komponenten für die Ein- und Auskopplung von Wellen anzugeben, wodurch die Wellen verlustarm ein- und ausgekoppelt werden und beliebige Kopplungen möglich sind.

[0005] Die Erfindung ist in den Patentansprüchen 1 und 11 beschrieben. Vorteilhafte Ausgestaltungen und/oder Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

[0006] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden vor der Herstellung der Wellenleiter die optischen Komponenten, z.B. Umlenkspiegel auf einem Träger aufgebracht und nachfolgend wird die Wellenleiterstruktur mittels Direktschreiben mit einer inkohärenten Lichtquelle auf dem Träger hergestellt. Dazu wird entweder eine flüssige, lichtempfindliche Schicht aus z.B. einem Polymer auf dem Träger aufgebracht und anschließend werden die optischen Komponenten in die flüssige Schicht eingebracht oder die optischen Komponenten werden an vorgegebenen Auskoppelstellen direkt auf dem Träger aufgebracht.

[0007] Die Erfindung hat den Vorteil, daß Multimode-Wellenleiter herstellbar sind, die eine verlustarme Ankopplung von Prozessorboards an optische Backplane-Leisten gewährleisten.

[0008] Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die optischen Komponenten in herkömmlicher Schleif- und Poliertechnik hergestellt werden können und sich damit beliebige Umlenkwinkel realisieren lassen.

[0009] Durch die Einbettung der optischen Kompo-

nenten in die Wellenleiterstruktur werden vorteilhafterweise zusätzliche Grenzflächen vermieden, an denen Verluste durch Reflexionen auftreten können. Durch die Einbettung der optischen Komponenten in den Wellenleiter erreicht man weiterhin einen Schutz der optischen Komponenten vor Umwelteinflüssen.

[0010] Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben unter Bezugnahme auf schematische Zeichnungen.

[0011] In Fig. 1 ist in einem ersten Ausführungsbeispiel ein Wellenleiter 1 mit integrierten Auskoppelspiegeln 2 als optischen Komponenten dargestellt. Auf einem Träger 3 werden die Auskoppelspiegel 2, die z.B. aus einem Spiegelträger 2a und einer Spiegelschicht 2b bestehen, auf vorgegebenen Auskoppelstellen aufgebracht. Anschließend wird zwischen den Spiegeln eine flüssige, lichtempfindliche Schicht, z.B. eine Polymerschicht mit einem Brechungsindex  $n_1$  abgeschieden und die optischen Komponenten werden in die Schicht eingebettet. Der Träger 3 besitzt einen Brechungsindex  $n_3$ , der kleiner ist als der Brechungsindex  $n_1$ . Es wird anschließend die Wellenleiterstruktur mittels Direktschreiben hergestellt. Dazu wird eine inkohärente Lichtquelle verwendet, deren Bild in dem lichtempfindlichen, flüssigen Material abgebildet wird. Dabei werden Träger und das Bild der Lichtquelle relativ zueinander bewegt, derart, daß die Spur des Bildes in dem beschichteten Trägermaterial den Wellenleiter ergibt. Das Material der lichtempfindlichen Schicht wird durch die Belichtung ausgehärtet. Nach erfolgter Belichtung wird das nicht ausgehärtete Material entfernt. Auf den derart strukturierten Träger wird anschließend eine Deckschicht 4 abgeschieden, die z.B. aus einem Polymer besteht, das einen Brechungsindex  $n_2$  besitzt. Dabei muß der Brechungsindex  $n_2$  der Deckschicht kleiner sein als der Brechungsindex  $n_1$  der lichtempfindlichen Schicht, um die Wellen zwischen den Spiegeln zu führen.

Die zur Kollimation benötigten Linsen sind außerhalb des strukturierten Trägers zwischen strukturiertem Träger und Teilnehmerboard angeordnet.

[0012] In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird auf dem Träger 3 zuerst eine flüssige, lichtempfindliche Schicht aus einem Polymer mit einem Brechungsindex  $n_1$  aufgebracht. Die optischen Komponenten werden in die flüssige, lichtempfindliche Schicht an vorgegebenen Auskoppelstellen eingelassen. Dazu werden die optischen Komponenten beispielsweise mittels einer Vorrichtung angesaugt und dann in die flüssige Schicht eingedrückt. Es erfolgt die Herstellung der Wellenleiterstruktur in der flüssigen, lichtempfindlichen Schicht mittels Direktschreiben. Das nicht ausgehärtete Material der Polymerschicht wird anschließend entfernt und auf den strukturierten Träger wird eine Deckschicht aufgebracht.

[0013] Dadurch daß die Oberflächen der optischen Komponenten in die Wellenleiter eingebettet sind, werden sie vor Umwelteinflüssen geschützt und es werden keine weiteren Grenzflächen gebildet, an denen Verlu-

ste durch Reflexionen auftreten.

[0014] Bei einer Vielzahl von Wellenleitern, z.B. für die Herstellung eines Datenbuses, ist es vorteilhaft, den Wellenleiterträger aus einem Spritzgußteil herzustellen, das eine Spiegel- und Wellenleiterstruktur enthält. Anstelle der Deckschicht wird dann eine Deckplatte 4 auf den mit optischen Komponenten und Wellenleiter strukturierten Träger 3 aufgebracht (Fig. 2a). Die Deckplatte 4 besteht z.B. aus einem Spritzgußteil 5, das die zur Kollimation benötigten Linsen 6 enthält (Fig. 2b).

[0015] Da die Umlenkspiegel unabhängig vom Herstellungsprozeß der Wellenleiter auf dem Trägermaterial angeordnet werden, sind beliebige Umlenkwinkel erreichbar. In Fig. 1 sind die Spiegel beispielsweise mit einer Spiegelneigung von 45° angeordnet und dadurch wird eine Umlenkung der Wellen von 90° erzielt.

[0016] Durch die Einbettung der optischen Komponenten in die Wellenleiterstruktur ist keine nachträgliche Endflächenpräparation der Wellenleiter und keine zusätzliche Justage der optischen Komponenten notwendig.

[0017] Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern es sind verschiedene Ausgestaltungen von Träger und Deckschicht bzw. Deckplatte denkbar. Insbesondere erlaubt das Verfahren des Direktschreibens von Wellenleiterstrukturen, Wellenleiter auf beliebigen Flächen herzustellen, wobei nach Aufbringen der Deckschicht oder Deckplatte wiederum eine ebene Fläche erzielt wird, auf die weitere Wellenleiterstrukturen oder Träger mit integrierten optischen Komponenten aufgebracht werden können. Auf diese Weise lassen sich kompakte dreidimensionale Wellenleiterstrukturen herstellen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Wellenleiterstrukturen mit optischen Komponenten auf einem Träger, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Träger die optischen Komponenten an vorgegebenen Auskoppelstellen aufgebracht werden, daß auf dem Träger eine flüssige, lichtempfindliche Schicht abgeschieden wird, derart, daß die optischen Komponenten in der flüssigen, lichtempfindlichen Schicht eingebettet werden, und daß anschließend die Wellenleiterstrukturen zwischen den optischen Komponenten in der flüssigen lichtempfindlichen Schicht erzeugt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellenleiterstrukturen durch Direktschreiben mittels einer inkohärenten Lichtquelle und anschließender Belichtung in der flüssigen, lichtempfindlichen Schicht hergestellt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Komponenten derart in die Wellenleiterstruktur eingebettet werden, daß

die Oberflächen der optischen Komponenten keine zusätzlichen Grenzflächen bilden, an denen Verluste durch Reflexionen auftreten.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die flüssige, lichtempfindliche Schicht auf die auf dem Träger direkt aufgetragenen optischen Komponenten abgeschieden wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die flüssige, lichtempfindliche Schicht auf dem Träger aufgebracht wird, und daß anschließend die optischen Komponenten in die flüssige, lichtempfindliche Schicht eingebracht werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Herstellung der Wellenleiterstruktur, die nicht ausgehärteten Bereiche der lichtempfindlichen Schicht entfernt werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Deckschicht auf die Wellenleiterstruktur und die optischen Komponenten abgeschieden wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Deckplatte auf die Wellenleiterstruktur und die optischen Komponenten aufgebracht wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger als Kunststoffteil gefertigt wird, in dem die Wellenleiter und die optischen Komponenten integriert werden.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle der Deckschicht eine Deckplatte mit integrierten Linsen auf die Wellenleiterstruktur und die optischen Komponenten aufgebracht wird.
11. Anordnung von Wellenleiterstrukturen mit optischen Komponenten, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Komponenten auf einem Träger mit vorgegebenen Auskoppelstellen angeordnet sind, und daß die Wellenleiter zwischen den optischen Komponenten angeordnet sind, derart, daß die optischen Komponenten in die Wellenleiter eingebettet.
12. Anordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Komponenten direkt auf dem Träger befestigt sind.
13. Anordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Komponenten auf einem beschichteten Träger angeordnet sind.

14. Anordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß auf einem Kunststoffträger eine Vielzahl von Wellenleitern und optischen Komponenten integriert sind.

5

15. Anordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellenleiterstrukturen und die optischen Komponenten mit einer Deckschicht bedeckt sind.

10

16. Anordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellenleiterstruktur und die optischen Komponenten mit einer Deckplatte aus Kunststoff mit integrierten Linsen abgedeckt sind.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

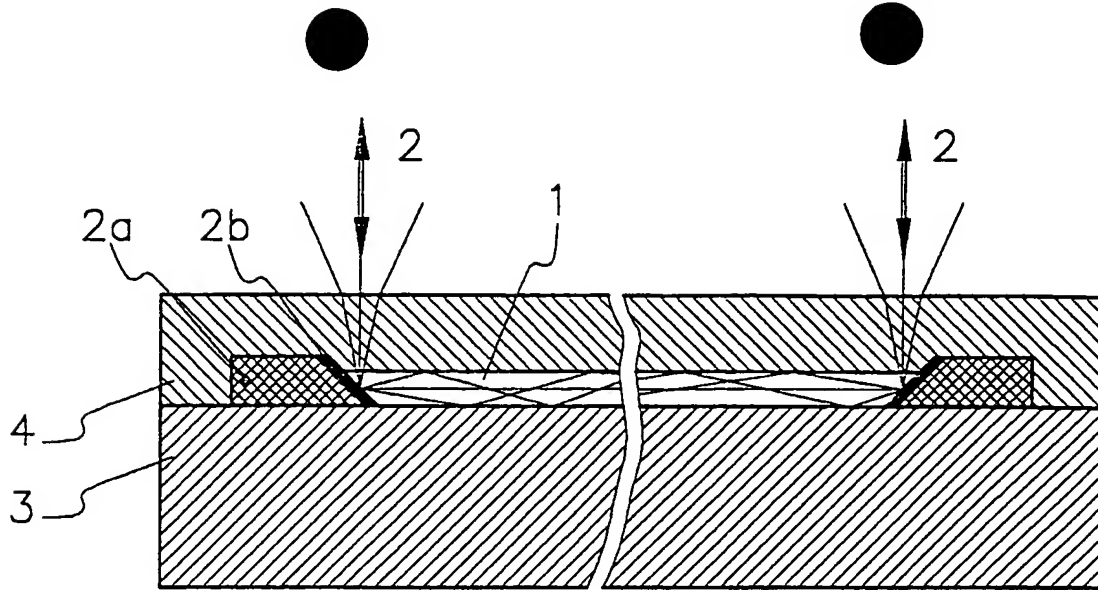


Fig.1

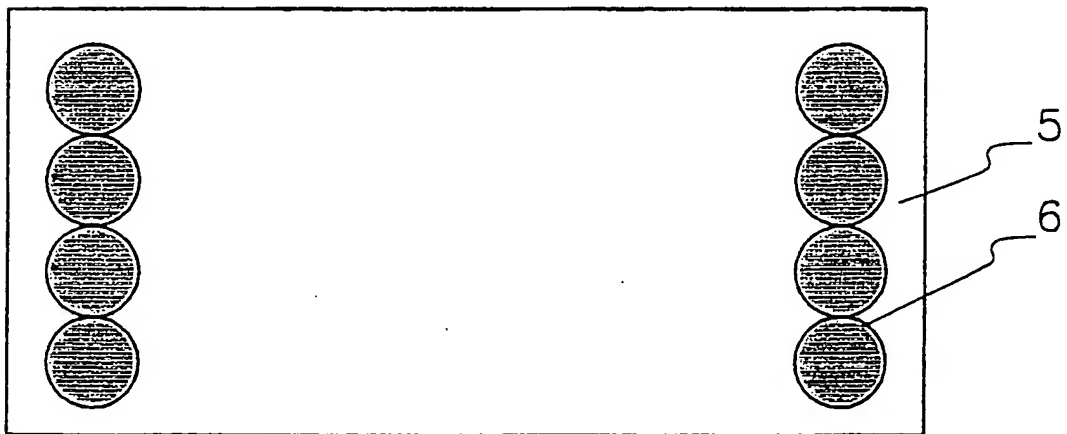


Fig.2a

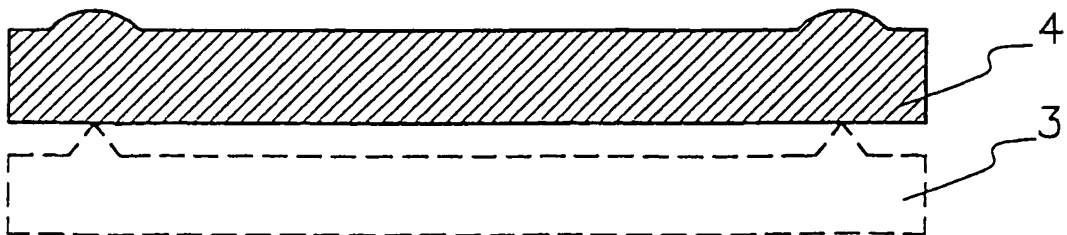


Fig.2b



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 98 11 9276

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	GB 2 155 194 A (PLESSEY CO PLC) 18. September 1985 * Ansprüche; Abbildungen * * Seite 3, Zeile 1 - Zeile 30 * * Seite 2, Zeile 18 - Zeile 65 * ---	1,2,4, 11,12,14	G02B6/138 G02B6/122 G02B6/43
A	WO 96 07117 A (AKZO NOBEL NV ; DOBBELAERE PETER MARTIN CYRIEL (NL); DAELE PETER PA) 7. März 1996 * Seite 2, Zeile 11 - Zeile 33 * * Seite 3 - Seite 5 * * Seite 8, Zeile 22 - Zeile 33 * * Seite 9, Zeile 1 - Zeile 32 * * Ansprüche 1-8; Abbildungen * ---	1,10,11, 16	
A	US 5 473 721 A (MIYASHITA TADASHI ET AL) 5. Dezember 1995 * Spalte 3, Zeile 46 - Zeile 67 * * Spalte 4 - Spalte 5 * * Spalte 6, Zeile 1 - Zeile 17 * * Ansprüche; Abbildungen 1-7 * ---	1,3,11	
A	L.BALLIET ET AL.: "Module-to-module communication via fiber-optic piping" IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN., Bd. 22, Nr. 8b, Januar 1980, Seiten 3519-3520, XP002092656 NEW YORK US * das ganze Dokument * ---	1,7,11, 12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) G02B
A,D	R.WIESMANN ET AL.: "Monomode polymer waveguides with integrated mirrors" 22ND EUROPEAN CONFERENCE ON OPTICAL COMMUNICATION, Bd. 2, 15. - 19. September 1996, Seiten 265-268, XP002092657 oslo,norway * das ganze Dokument * -----	1,11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
DEN HAAG		8. Februar 1999	
		Prüfer	
		Mathyssek, K	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
<p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : nichtschriftliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur</p>			
<p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 98 11 9276

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-02-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2155194	A	18-09-1985	KEINE	
WO 9607117	A	07-03-1996	KEINE	
US 5473721	A	05-12-1995	US 5710854 A	20-01-1998

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82